



Universitat Autònoma de Barcelona
Facultat de Veterinària

Departament de Ciència Animal i dels Aliments

Treball presentat per a la superació dels 15 crèdits del Mòdul Treball Fi de
Màster del Màster Oficial en Qualitat d'Aliments d'Origen Animal

**L'addició d'extracte d'all a la dieta de les gallines i els seus efectes
sobre la qualitat i les característiques organolèptiques de l'ou**

Marina Camps Puig

Tutora

Dolors Izquierdo Tugas

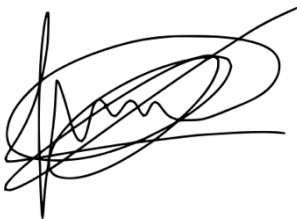
Juliol 2019

INFORME DEL DIRECTOR/TUTOR/ES DEL TREBALL D'INVESTGACIÓ

Que el treball de recerca titulat: “L’addició d’extracte d’all a la dieta de les gallines i els seus efectes sobre la qualitat i les característiques organolèptiques de l’ou” ha estat realitzat sota la supervisió i tutela de Maria dels Dolors Izquierdo Tugas dins del Màster en Qualitat d'Aliments d'Origen Animal de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Bellaterra, Juliol de 2019

Marina Camps Puig

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a vertical line, representing the name Marina Camps Puig.

Dra. Maria dels Dolors Izquierdo Tugas

AGRAÏMENTS

Agrair a la meva tieta Teresa i a la meva mare Roser per haver-me ajudat amb el dia a dia del cuidat de les gallines. Sense elles aquest treball no hagués estat possible.

També a la meva tutora Dolors, que quan vaig fer-li la proposta del treball s'ho va agafar amb la màxima il·lusió. Gràcies per haver volgut compartir el teu temps i coneixement amb mi.

LLISTAT D'ABREVIATURES

IC	Índex de closca
IF	Índex de forma
IR	Índex de rovell
UH	Unitats Haugh

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	1
2. MATERIAL I MÈTODES	3
2.1. Elecció de l'animal	3
2.2 Dieta	3
2.3. Anàlisi de qualitat dels ous.....	6
2.3.1. Pes	6
2.3.2. Índex de forma	6
2.3.3. Unitats Haugh (UH).....	6
2.3.4. Índex de rovell	6
2.3.5. Determinació del color del rovell	7
2.3.6. Mesura de l'espessor de la closca	7
2.3.7. Índex de closca.....	7
2.3.8. Determinació dels percentatges de rovell, clara i closca	7
2.4. Tast dels ous	8
2.5. Disseny experimental.....	11
2.6. Anàlisi estadístic.....	11
3. RESULTATS I DISCUSSIÓ.....	12
3.1. Anàlisi de qualitat dels ous.....	12
3.2. Tasts	17
4. CONCLUSIONS	19
5. BIBLIOGRAFIA	20

RESUM

L'objectiu d'aquest estudi ha estat investigar quin efecte té l'addició d'extracte d'all a l'alimentació de les gallines sobre els paràmetres de qualitat i les característiques organolèptiques dels seus ous. Es van utilitzar dos grups de 10 gallines. Ambdós grups varen rebre la mateixa dieta, però l'experimental amb l'addició de l'extracte d'all, durant un mes. Es van mostrejar ous els dies 0, 16-19 i dies 28-30 per poder valorar els següents paràmetres de qualitat: pes, Unitats Haugh (UH), Índex de rovell, color del rovell, gruix de la closca, Índex de closca i el % de rovell, clara i closca. A més, també es van fer tasts en forma de remenat d'ou per trobar si hi havia diferències a nivell de color, olor, gust i textura entre els ous d'ambos grups. Els resultats han indicat que el consum d'extracte d'all per part de les gallines millora significativament el pes dels ous i les UH de la seva clara al llarg de tot el període experimental i també l'índex de rovell (IR) i la closca (gruix) després d'haver estat emmagatzemats 28 dies. Per altra banda, a nivell organolèptic els tastadors no van ser capaços de notar cap diferència entre els ous remenats fets amb els ous del grup control i l'experimental en cap dels tasts realitzats. Per tant, els resultats obtinguts en aquest estudi suggereixen que l'addició d'all en la dieta de les gallines té un efecte positiu en la qualitat dels ous sense tenir repercussió a nivell organolèptic.

ABSTRACT

The aim of this study has been to investigate which effect has the addition of extract of garlic to the diet of the hens on the quality parameters and the organoleptic characteristics of the eggs. Two groups of 10 chickens were used. Both groups received the same diet, but the experimental group with the addition of the extract of garlic, during a month. Eggs were sampled on days 0, 16-19 and 28-30 days to assess the following quality parameters: weight, Haugh Units (HU), Yolk Index (YI), yolk colour, shell thickness, Shell Index and the % of yolk, albumen and shell. In addition, tastings were also made in the form of scrambled egg to find if there were differences in terms of color, smell, taste and texture between the eggs of both groups. The results indicated that the consumption of garlic extract by hens significantly improves the weight of eggs and UH of its albumen throughout the experimental period and also the YI and the shell (thickness) after being stored for 28 days. On the other hand, the tasters were not able to notice any difference between the scrambled eggs made with the eggs of the control group and the experimental in any of the tastings made. Therefore, the results obtained

in this study suggest that the addition of garlic in the hen diet has a positive effect on the quality of the eggs without having an impact on the organoleptic characteristics.

.

1. INTRODUCCIÓ

Cada vegada és més comú l'ús d'extractes de plantes i olis essencials en la nutrició animal. Són conegudes moltes de les propietats que tenen aquests extractes i olis essencials com poden ser el poder antimicrobià (Ankri i Mirelman, 1999) i l'antioxidant (Padilla i col., 2009).

L'aplicació d'aquestes substàncies a la dieta animal pot substituir l'ús d'antibiòtics en la producció convencional, ja que no presenten el problema de l'aparició de resistències bacterianes i no deixen residus indesitjables als productes com poden ser els ous, la carn, la llet, etc (Barton, 2000). A més, és una opció davant la prohibició de l'ús d'antibiòtics en sistemes de producció ecològica tant d'ous, en el cas de les gallines ponedores, com de pollastres de carn (Roderick i col., 1999). Així, l'ús d'extractes naturals, com pot ser el d'all, en substitució als antibiòtics és valorat positivament per part dels consumidors ja que ho perceben com una opció més saludable.

L'all ha estat utilitzat des de fa centenars d'anys per les seves propietats. El seu nom científic és *Alliumsativum* i pertany a la família de les liliàcies. L'all sempre ha estat valorat pel seu alt contingut en compostos organosulfurats, ja que presenten un alt potencial terapèutic en el control d'infeccions i parasitosis. Aquests compostos tenen caràcter antibiòtic ja que tenen una activitat antimicrobiana d'ampli aspecte i ha estat demostrat que ajuden a modular la microbiota intestinal. Així, Coscojuela i col. (2011) han observat que si s'afegeix extracte d'all a l'aigua de les gallines ponedores hi ha una reducció del 90% en la incidència de *Salmonellaspp.* gràcies als tiosulfats i tiosulfínats presents en l'all. Aquest efecte també influeix en la resposta a malalties parasitàries, ja que pollastres infectats per coccidiosi han presentat una atenuació significativa en el curs de la malaltia (Kim i col., 2012). Singh i Shukla (1984) van informar que l'extracte aquós d'all és un bon inhibidor de dues soques d'*E. coli*. De la mateixa manera, Kumer i Berwal (1998) van trobar que *E. coli* era especialment sensible als efectes de l'all.

S'assumeix que l'al·licina és el principal component actiu de l'all i presenta una activitat antifúngica i antiviral. Respecte a l'efecte sobre els fongs, l'al·licina, inhibeix tant la germinació de les espores com el creixement de les hifes (Yamada i Azuma, 1997) i inhibeix la formació de micotoxines com l'arxigen de l'*Aspergillusparasiticus* (Koch i Lawson, 1996). Pel que fa al seu efecte antiviral, Tsai i col. (1985) afirmen que té una activitat antiviral tant "in vitro" com "in vivo". Entre els virus que són sensibles als extractes d'all es troben el citomegalovirus humà,

la grip B, els virus de l'herpes simple tipus 1 i tipus 2, el virus de la grip parainfluenza de tipus 3, el virus de la estomatitis vesicular i el rinovirus humà de tipus 2.

Per altra banda, a més de tenir una activitat antimicrobiana també s'ha vist que millora l'absorció de nutrients i el creixement en pollastres de carn (Peinado i col., 2013). Segons Yalcin i col. (2006), la presència d'all en la dieta provoca una disminució de les concentracions de triglicèrids i colesterol en el sèrum sanguini de les gallines ponedores, així com la reducció de la concentració de colesterol en el rovell d'ou sense tenir un impacte negatiu en el rendiment de la posta i la qualitat de l'ou. Aquest efecte a nivell de la concentració de colesterol en el rovell també ha estat observat per altres autors (Youn i col., 1998; Chowdhury i col. 2002). Pel que fa a la qualitat dels ous, alguns estudis han obtingut un augment del seu pes (Olobatoke i Mulugeta, 2011) i una millora de la seva qualitat tant interna (Olobatoke i Mulugeta, 2011) com externa associat al consum d'all. Azeke i Ekpo (2008) van trobar que la suplementació del pinso amb all en pols té un efecte positiu sobre el pes de la closca d'ou. No obstant, s'ha de tenir en compte que el consum d'all provoca un olor característic degut a les substàncies altament volàtils que conté, com són l'al·liïna i l'al·licina, que podrien donar gust als productes dels animals que el consumeixen, donant-los-hi un flavor que el consumidor pot jutjar com agradable o desagradable segons les seves preferències.

Després de la revisió de diferents articles científics i les evidents propietats que té l'all, s'ha decidit aprofundir-hi investigant l'efecte que pot tenir el consum del seu extracte per part de les gallines en els ous. Per aquest motiu ens proposem estudiar l'efecte de l'addició d'extracte d'all en el pinso de les gallines sobre la qualitat de l'ou i les seves característiques organolèptiques. També s'estudiarà el seu efecte a llarg termini en ous emmagatzemats en refrigeració fins a la data de consum preferent.

2. MATERIAL I MÈTODES

2.1. Elecció de l'animal

Aquest estudi s'ha realitzat amb gallines ponedores de la raça Prat, també coneguda com gallina de pota blava. Tant el grup control com l'experimental va estar format per 10 gallines de la mateixa edat. Per tenir controlats els dos grups es van marcar les gallines del grup experimental amb una anella de color verd a la pota i les del grup control, que no menjaven all, amb una anella de color blanc i es van separar en dos tancats diferents per poder tenir-les controlades. Per tal de fer els dos grups el més homogenis possibles es van pesar cada una de les gallines abans d'iniciar l'estudi per formar els dos grups amb un pes mig similar. A l'inici de l'estudi el pes mitjà del grup control va ser de $2,127 \pm 0,278$ kg i el del grup experimental de $2,110 \pm 0,243$ kg.

2.2 Dieta

L'extracte d'all que s'ha utilitzat és de la marca ZooAllium® que s'elabora a partir d'all morat fresc. El seu format és molturat, una pols molt fina que és molt fàcil d'addicionar al pinso del grup experimental de gallines. Segons la casa comercial, aquest producte pot ser utilitzat tant en equí, vaquí, oví, porcí com en aviram. En la **Taula 1** es troba detallada la composició nutricional del producte ZooAllium® en moltura.

Taula 1. Valor nutricional ZooAllium® moltura per cada 100 g

Composició per cada 100 g	
Humitat	44,4%
Fibra	0,7%
Cendres	35,4%
Proteïna	3,9%
Greix	0,2%
Carbohidrats	15,4%
dels quals sucres	1,4%
Energia	34,1 KJ
Inulina	8,07 g

Minerals per cada 100 g	
Calci	110 mg
Fòsfor	106 mg
Magnesi	<0,1 mg
Potassi	350 mg
Sodi	724,7 mg

Coure	0,16 mg
Cobalt	12 µg
Ferro	2 mg
Manganès	1,32 mg
Seleni	20 µg
Zinc	0,63 mg
Sofre	600 mg

Vitamines per cada 100 g	
Tiamina (vit. B1)	0,26 mg
Niacina (vit. B3)	1,7 mg
Piridoxina (vit. B6)	<0,01 mg
Àcid ascòrbic (vit. C)	11,65 mg
Colecalciferol (vit. D3)	0,4 µg
Riboflavina (vit. B2)	0,03 mg
Àcid pantotènic (vit. B5)	<0,01 mg
Cianocobalamina (vit. B12)	0,5 µg
Retinol (vit. A)	23 µg
Tocoferol (vit. E)	0,3 mg

Font: ZooAllium®

Pel que fa al pinso, es va preparar una base de pinso (**Taula 2**) que es va barrejar amb blat de moro trencat.

Taula 2. Composició de pinso complet per a gallines ponedores en sacs de 25 kg (Pinsos Costa Brava)

Composició	Blat de moro, farina d'extracció de soja, ordi, carbonat de calç, fosfat bicàlcic, clorur de sodi, closca d'ametlla, sals d'àcids grassos comestibles
-------------------	---

Components analítics (%)	
Proteïna bruta	16,20%
Olis i greixos bruts	4,05%
Fibra bruta	3,33%
Cendra bruta	12,81%
Calci	3,55%
Sodi	0,19%
Fòsfor	0,64%

Additius	
Vitamines, provitamines i substàncies químicament definides d'efecte similar	
3a672a Vitamina A	10.000,00 U.I./kg
3a671 Vitamina D3	2.000,00 U.I./kg
3a670 25-hidroxicolicalciferol	562,50 U.I./kg
3a700 Vitamina E	10,00 mg/kg
Oligoelements i compostos oligoelementosos	
3b502 Òxid de magnesi (II)	63,75 mg/kg
3b505 Quelat de manganès d'hidrolitzat de proteïna	11,25 mg/kg
3b603 Òxid de zenc	51,00 mg/kg
3b612 Quelat de zenc	9,00 mg/kg
E4 Coure (Sulfat cúpric, perahidratat)	10,20 mg/kg
E4 Coure (Quelat cúpric d'aminoàcids hidratat)	1,80 mg/kg
3b203 Iode (iodat càlcic anhidre)	1,50 mg/kg
E-8 Selenio (selenit sòdic)	0,15 mg/kg
3b8.11 Seleniometionina produïda per <i>Saccharomyces</i>	0,05 mg/kg
3b103 Sulfat de ferro (II) monohidratat	30,00 mg/kg
Antioxidant	
E-320 Butilhidroxianisol (BHA)	0,45 mg/kg
E-321 Butilhidroxitoluè	2,25 mg/kg
Digestius	
4a24 6-Fitasa EC 3.1.3.26	225,00 mg/kg
Aglutinants	
E-562 Sepiolita	0,46 mg/kg

Font: Pinsos Costa Brava

Una gallina ponedora necessita uns 100 g de pinso al dia. Per tant, la ració que es va preparar per alimentar les gallines dels dos grups constava de 50 g de blat de moro picat i de 50 g de pinso per a gallines ponedores. Per tant, la ració diària pel grup control estava formada per 500 g de blat de moro trencat més 500 g de pinso per a gallines ponedores i la dieta del grup experimental constava de la mateixa base de 500 g de blat de moro trencat i de 500 g de pinso per a ponedores però a més s'hi afegia 80 g de l'extracte d'all, ja que es va optar per agafar un valor referència de 8 g d'extracte d'all per gallina/dia. Cada setmana es preparava les set racions per a cada grup i així ho tenia pesat i preparat per donar-los el menjar cada matí.

2.3. Anàlisi de qualitat dels ous

2.3.1. Pes

El pes de l'ou sencer es determinà amb una balança electrònica de dos dígit. En aquest cas la unitat de pes amb les que he treballat és el gram (g).

2.3.2. Índex de forma

L'índex de forma (IF) és la relació percentual entre l'ample i la longitud de l'ou. El diàmetre equatorial i l'alçada (cm) de cada ou es mesuraren usant un peu de rei manual. L'índex de forma es calculà amb la següent fórmula:

$$\text{Índex de forma (IF)} = \frac{\text{Amplada de l'ou sencer (cm)}}{\text{Alçada de l'ousencer (cm)}}$$

2.3.3. Unitats Haugh (UH)

Un cop obert l'ou en una taula amb pla de vidre superior i mirall inferior per permetre l'observació de la part inferior de l'ou, es realitzà la seva observació interna i les mesures necessàries per a poder calcular les Unitats Haugh (UH) i l'índex de rovell. La UH es considera la mesura més significativa de la qualitat interna de l'ou. Per a calcular les UH es va mesurar l'altura de l'albumen dens que envolta el rovell (aproximadament a 1 cm del rovell) amb el micròmetre per mesurar alçades (trípode amb un micròmetre de cargol). Aquesta mesura es va prendre immediatament després d'obrir l'ou, ja que la clara es va fluidificant amb el pas del temps i decreix. Es van realitzar dues mesures en cada ou i es calculà l'altura mitjana d'aquestes dues mesures. Per a determinar les UH s'utilitzà la fórmula següent:

$$\text{Unitats Haugh (UH)} = 100 \times \log (h - 1,7w^{0,37} + 7,57)$$

h: altura de l'albumen dens en mm

w: pes de l'ou en grams

2.3.4. Índex de rovell

L'índex de rovell (IR) es defineix com la relació entre l'altura i l'amplada del rovell, mesurada en la seva posició natural quan l'ou es trenca sobre una superfície plana. Es va mesurar l'altura del rovell per mitjà del micròmetre de cargol i l'ample prenent dues mesures en angle amb un peu de rei.

$$\text{Índex de rovell (IR)} = \frac{\text{Altura del rovell (mm)}}{\text{Amplada del rovell (mm)}}$$

2.3.5. Determinació del color del rovell

Pel que fa al color del rovell, aquest es va valorar amb un ventall DSM Yolk Fan. Aquest ventall inclou diferents tonalitats de color de rovell que van associades a un número per tal de poder identificar-les. El que es va fer va ser mirar amb quin dels colors del ventall es corresponia el color de cada un dels rovells dels ous que es van analitzar.

2.3.6. Mesura de l'espessor de la closca

Es van prendre tres mesures de la zona equatorial de la closca de l'ou i es va fer la mitjana de les tres mesures. Per fer les mesures, prèviament es varen retirar les membranes testàcies i es posaren les parts a mesurar de la closca en la pinça del micròmetre, fent la lectura directament a l'escala que es troba en μm .

2.3.7. Índex de closca

L'índex de closca (IC) ($\text{g closca}/100 \text{ cm}^2$) expressa el pes de 100 cm^2 d'àrea superficial de closca i es calcula d'acord amb la següent equació:

$$\text{Índex de closca (IC)} = \frac{\text{SW}}{\text{S}} \times 100$$

SW = pes de la closca (g)

S = superfície de closca (cm^2) calculada com $S = K \times \text{pes de l'ou}^{2/3}$

El coeficient K pren el valor de 4.67 per a ous de menys de 60 g, 4.68 per a ous amb un pes entre 60 i 70 g i 4.69 per a ous de més de 70 g.

2.3.8. Determinació dels percentatges de rovell, clara i closca

Es va separar amb cura el rovell de l'albumen i es va posaren una placa de Petri per tal de pesarlo. Es va pesar la closca tractant que estigués el més completa possible. Es sumà el pes del rovell i de la closca i el seu total es restà del pes total de l'ou, d'aquesta manera es va obtenir el pes de la clara. Posteriorment es calcula el percentatge que representava cada una de les parts sobre el pes total de l'ou.

$$\text{Pes de la clara (g)} = \text{Pes total de l'ou (g)} - (\text{Pes de la closca (g)} + \text{Pes del rovell (g)})$$

$$\% \text{ Clara} = \frac{\text{Pes de la clara (g)}}{\text{Pes total de l'ou (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ Rovell} = \frac{\text{Pes del rovell (g)}}{\text{Pes total de l'ou (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ Closca} = \frac{\text{Pes de la closca (g)}}{\text{Pes total de l'ou (g)}} \times 100$$

2.4. Tast dels ous

Per tal de poder valorar els ous a nivell organolèptic es va dissenyar un tast. El tast va ser realitzat per tastadors no experts per a saber si aquests notaven diferències entre els ous del grup experimental i els del grup control, fent-ho sempre en format d'ou remenat. Pels tasts es van preparar dos remenats d'ous diferents, un amb sal i l'altre sense sal. Vaig decidir fer-ho perquè la sal pot ser un potenciador del gust, i en aquest cas, podia ser que tingués algun efecte sobre els ous d'extracte d'all. El que s'ha fet ha estat dissenyar un full de tast (**Figura 1**) en que els tastadors valoraven paràmetres com la textura, el color, l'olor i el sabor de l'1 (la puntuació més baixa), a 5 (la més alta). Posteriorment, en el full de tast també es proposaven dues preguntes en la que els participants havien de valorar de l'1 al 5, de menys a més, el seu grat cap als dos ous remenats. L'última pregunta plantejada feia referència a la disposició de comprar ous amb all ja que m'interessava conèixer la seva opinió actuant com a consumidors. A més del full de tast per que responguessin, als tastadors se'ls va facilitar una guia (**Figura 2**) en que s'explicava més detalladament com valorar els diferents paràmetres.

Els tasts es van realitzar amb els ous recollits els dies -3 a -1, del 16 al 19, del 28 al 30 i, finalment, els dels dies 31 i 32 emmagatzemats a la nevera durant 28 dies.

Figura 1. Full de tast

Font: Elaboració pròpia


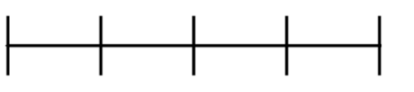
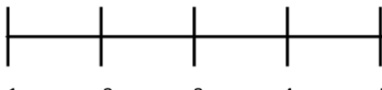
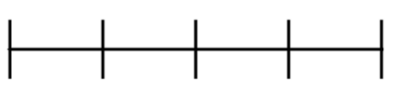
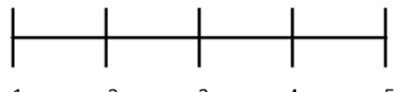
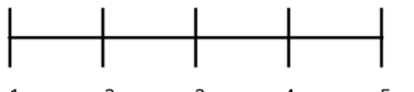
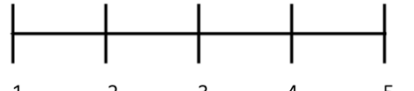
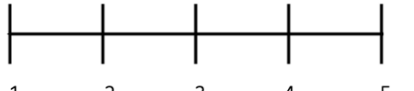
CATA HUEVOS AROMATIZADOS CON AJO

En esta cata se presentan dos productos diferentes:

Huevo revueltos hechos con huevos de gallinas que han tenido una dieta a base de pienso con extracto de ajo

- Huevos revueltos hechos con huevos de gallinas que han tenido una dieta a base de pienso

Delante encontrareis dos platos: A y B. Cada uno de ellos contiene uno de los productos que se ha comentado antes. Probadlo y rellenad el cuadro sin comentar con los otros catadores.

	MUESTRA A	MUESTRA B
TEXTURA	Textura que el catador considere como normal o de calidad en un huevo revuelto 	Textura que el catador considere como normal o de calidad en un huevo revuelto 
COLOR	Color que el catador considere como normal o de calidad en un huevo revuelto 	Color que el catador considere como normal o de calidad en un huevo revuelto 
OLOR	Si el catador percibe olor a ajo 	Si el catador percibe olor a ajo 
SABOR	Si el catador percibe sabor a ajo 	Si el catador percibe sabor a ajo 

ESCALA DE ACEPTABILIDAD

- Le ha gustado el producto A? Valórelo de 1 no me ha gustado nada a 5 me ha gustado mucho.



- Le ha gustado el producto B? Valórelo de 1 no me ha gustado nada a 5 me ha gustado mucho.



- Si se encontrara en el mercado con huevos con flavor/aromatizados con ajo, los compraría?
Por qué?

Figura 2. Guia full de tast

Font: Elaboració pròpia

TEXTURA

Siendo 1 la puntuación mínima/peor y 5 la máxima/mayor.

COLOR

Siendo 1 la puntuación mínima/peor y 5 la máxima/mayor.

OLOR

Siendo 1 la puntuación mínima/peor y 5 la máxima/mayor.

SABOR

Siendo 1 la puntuación mínima/peor y 5 la máxima/mayor.

ESCALA DE ACEPTABILIDAD

1. Me disgusta mucho
2. Me disgusta moderadamente
3. Ni me gusta ni me disgusta
4. Me gusta moderadamente
5. Me gusta mucho

2.5. Disseny experimental

Els ous dels dos grups s'analitzaren en diferents moments per tal de saber si l'addició de l'extracte d'all en la dieta de les gallines del grup experimental ha tingut algun efecte sobre les característiques de l'ou (**Figura 3**). En cada una de les diferents anàlisis realitzades, s'avaluaren catorze ous de cada grup per així obtenir valors que fossin representatius i que permetessin veure si hi havia diferències significatives en els resultats. Cada dia es recollien els ous de les gallines, es marcaven amb la data i es guardaven per separat dins la nevera.

Aquestes anàlisis es van fer en diferents moments de l'estudi per poder veure si es produïen canvis en els ous. El primer es va fer amb els ous recollits durant els 3 dies previs a l'inici de l'experiment per poder saber quines eren les característiques de partida que tenien els ous. D'aquesta manera els resultats que s'han obtingut d'aquesta anàlisi serveixen per saber quines eren les característiques de partida que tenen els ous de les gallines. La següent recollida d'ous es realitzà passats quinze dies de l'inici de l'estudi, del 16 al 19 i la tercera valoració va fer als trenta dies d'estudi, sempre recollint catorze ous d'ambdós grups. Per acabar, es recolliren ous el dia 31 i 32 de l'experiment i s'emmagatzemaren a la nevera a 4°C durant 28 dies (data de consum preferent dels ous) per posteriorment analitzar-los.

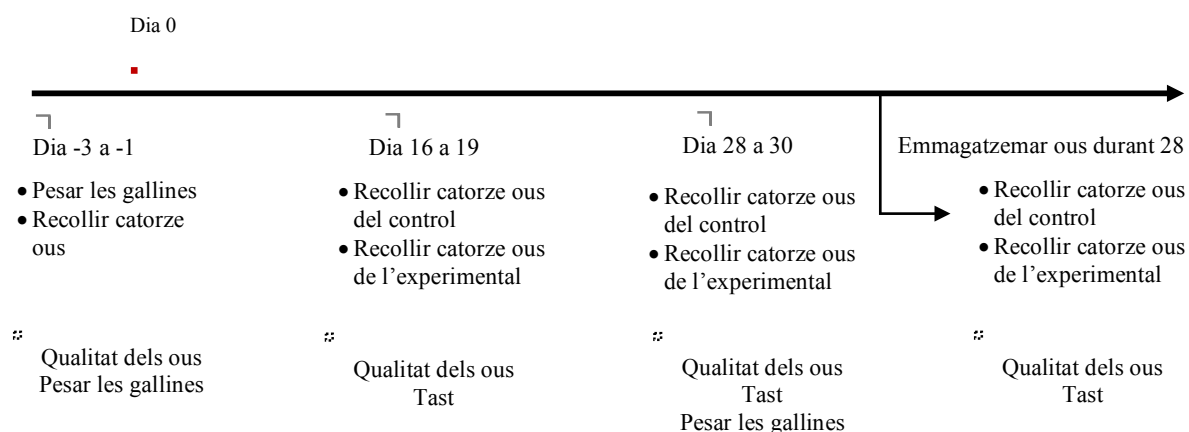


Figura 3. Cronograma

Font: Elaboració pròpia

2.6. Anàlisi estadístic

Per tal de poder analitzar els resultats tant de la qualitat com dels tasts dels ous dels dos grups es va realitzar un test ANOVA per una variable mitjançant el programa RCommander. S'ha considerat que hi ha diferències significatives quan el valor de $p < 0.05$.

3. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Tal i com indiquen Olobatoke i Mulugeta(2011) en el seu estudi “*Effect of dietary garlic powder on layer performance, fecal bacterial load, and egg quality*” el fet d’addicionar extracte d’all a la dieta de gallines ponedores té efectes rellevants sobre la qualitat dels ous. En l’estudi realitzat es poden observar diferències significatives i consistents en el temps entre els ous de les gallines del grup control i de l’experimental, en paràmetres com ara el pes de l’ou, les Unitats Haugh (UH), l’índex de rovell (IR) i el gruix de la closca.

Abans de presentar els resultats referits a l’anàlisi dels ous fora bo fer un breu comentari del pes que tenien les gallines en acabar l’experiment. El pes mitjà del grup control era de 1,989 kg amb una desviació estàndard de 0,377 i el del grup experimental era de 1,986 kg i amb una desviació de 0,347. Com es pot observar el pes dels dos grups és gairebé igual, fet que pot ser degut a que a ambdós grups se’ls hi donava la mateixa quantitat de pinso. A més, també ens indica que el fet d’addicionar extracte d’all no té un efecte negatiu sobre la ingesta del pinso per part de les gallines. Tot seguit es presenten els resultats de les anàlisi dels ous dividits en dos parts, l’anàlisi estadístic de les dades de la qualitat dels ous i l’anàlisi estadístic de les dades recollides durant els diferents tasts que es van anar realitzant al llarg de l’estudi.

3.1. Anàlisi de qualitat dels ous

Abans de començar amb l’estudi, és a dir, abans de separar les gallines en dos grups i que cada un d’ells tingués una dieta, vaig agafar catorze ous del grup de 20 gallines i els vaig analitzar. D’aquesta manera, vaig poder conèixer de quins valors d’inici es partia (**Taula 3**).

Taula 3. Resultats de l’avaluació dels ous abans de l’inici de l’experiment

Paràmetres	Ous abans de l’inici de l’estudi
Pes (g)	56,678 ± 3,298
Índex de forma	70,413 ± 5,054
Unitats Haugh	78,767 ± 6,763
Color	10,071 ± 0,730
Índex de rovell	0,521 ± 0,029
% closca	13,733 ± 1,057
% clara	54,806 ± 2,474
% rovell	31,438 ± 2,145
Gruix de la closca (µm)	0,348 ± 0,040
Índex de closca	0,157 ± 0,019

A la **Taula 4** es mostren els resultats obtinguts després de 15 dies d'experiment. En ella es pot comprovar que les gallines que varen consumir all varen produir uns ous significativament més pesats, millors a nivell de qualitat interna (UH i IR) i amb un major gruix de closca que les gallines control.

Taula 4. Resultats de l'avaluació dels ous del dia 16 al 19 des de l'inici de l'experiment

Paràmetres	Grup Control	Grup Experimental	p valor
Pes (g)	56,001 ± 2,129 ^a	59,034 ± 3,838 ^b	0,0157 *
Índex de forma	71,616 ± 3,408	71,616 ± 3,142	0,281
Unitats Haugh	76,334 ± 7,663 ^a	89,23 ± 4,398 ^b	0,00119 **
Color	11 ± 0,555	11 ± 0,000	1
Índex de rovell	0,540 ± 0,037 ^a	0,574 ± 0,026 ^b	0,00899 **
% closca	14,318 ± 0,886	14,876 ± 1,880	0,325
% clara	54,624 ± 1,431	53,606 ± 4,273	0,406
% rovell	31,058 ± 1,188	31,518 ± 2,876	0,585
Gruix de la closca (µm)	350,357 ± 32,490 ^a	379,643 ± 22,572 ^b	0,0102 *
Índex de closca	0,1648 ± 0,016	0,171 ± 0,026	0,429

^{a,b} lletres diferents en la mateixa fila indica que la diferència és significativa (p<0,05)

Codi de significació: *** 0,01 * 0,05

Les millores significatives en el pes total de l'ou i les UH es varen mantenir després d'un mes de consumir all (**Taula 5**) però ja no es varen poder detectar estadísticament a nivell d'índex de rovell ni de gruix de la closca. No obstant, a l'analitzar els ous després de 28 dies d'emmagatzematge en refrigeració (**Taula 6**) varen tornar a detectar diferències significatives en aquests paràmetres (pes, UH, IR i gruix de closca) així com en els percentatges de closca i rovell entre els ous del grup control i els de les gallines que havien consumit extracte d'all, presentant millors paràmetres de qualitat aquests últims, que evidencien que la qualitat dels ous es veu menys afectada pel pas del temps quan les gallines que els produeixen han consumit all.

Taula 5. Resultats de l'avaluació dels ou del dia 28 al 30 des de l'inici de l'experiment

Paràmetres	Grup Control	Grup Experimental	p valor
Pes (g)	55,335 ± 2,484 ^a	58,229 ± 2,468 ^b	0,0047 **
Índex de forma	71,719 ± 2,631	2,274 ± 3,674	0,65
Unitats Haugh	71,854 ± 10,281 ^a	83,769 ± 5,390 ^b	0,000708 ***
Color	11 ± 0,555	11 ± 0,000	1
Índex de rovell	0,547 ± 0,037	0,557 ± 0,013	0,325
% closca	14,469 ± 0,996	14,703 ± 1,272	0,591
% clara	55,544 ± 2,644	55,173 ± 2,099	0,685
% rovell	29,987 ± 1,831	30,123 ± 1,958	0,851
Gruix de la closca (µm)	357,143 ± 30,364	376,071 ± 28,835	0,103
Índex de closca	0,169 ± 0,018	0,163 ± 0,018	0,382

^{a,b} lletres diferents en la mateixa fila indica que la diferència és significativa (p<0,05)

Codi de significació: '***' 0,001 '**' 0,01

Taula 6. Resultats de l'avaluació dels ous del dia 31 al 33 després d'emmagatzemar-los durant 28 dies en refrigeració des de l'inici de l'experiment

Paràmetres	Grup Control	Grup Experimental	p valor
Pes (g)	53,576 ± 2,676 ^a	56,305 ± 3,147 ^b	0,0232 *
Índex de forma	75,321 ± 6,860	78,359 ± 4,732	0,19
Unitats Haugh	62,325 ± 10,968 ^a	75,356 ± 16,964 ^b	0,027 *
Color	11 ± 0,000	11 ± 0,000	1
Índex de rovell	0,508 ± 0,046 ^a	0,560 ± 0,021 ^b	0,000825 ***
% closca	14,201 ± 1,087 ^a	14,977 ± 0,713 ^b	0,0338 *
% clara	52,412 ± 1,964	53,189 ± 1,849	0,291
% rovell	33,387 ± 1,356 ^a	31,831 ± 1,724 ^b	0,0134 *
Gruix de la closca (µm)	335,000 ± 36,690 ^a	377,857 ± 30,679 ^b	0,00246 **
Índex de closca	0,170 ± 0,019	0,171 ± 0,014	0,838

^{a,b} lletres diferents en la mateixa fila indica que la diferència és significativa (p<0,05)

Codi de significació: '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05

Així doncs, en aquest estudi s'han observat millores significatives i consistents en el temps atribuïdes al consum d'all per part de les aus. Així, pel que fa al pes dels ous del grup experimental, aquest sempre va ser major (p<0,05) al dels del grup control. La diferència entre ells va ser d'aproximadament 3 g en cada recollida, valor que representa un increment en el pes d'una mica més del 5%. Aquests resultats concorden amb els observats per Olobatoke i Mulugeta (2011) en un estudi en que el van suplementar la dieta d'un grup de gallines ponedores amb un 5% d'extracte d'all observant un increment final del pes de l'ou. Els mateixos autors, evidencien que el fet d'afegir extracte d'all dona lloc a una major altura de la clara densa que es tradueix en un augment de les UH.

A diferència de l’afirmació de Yalcin i col. (2006) de que l’all no té cap efecte sobre IR, en les meves anàlisi sí que s’observen diferències significatives a nivell de qualitat de rovell, mesurat a través de l’Índex de rovell, en dues de les tres recollides. Fet que concorda amb els resultats de l’estudi realitzat per Hatice i Muhlis (2012). Aquest mateix increment es troba quan s’observa el gruix de la closca. Ara bé, el que és realment significatiu és que aquest augment presenta una valors força elevats de 29, 19 i 42 μm entre les closques dels ous de les gallines que consumiren all i les controls en les tres anàlisis realitzades. S’ha de tenir en compte que el gruix de la closca està positivament relacionat amb la resistència d’aquesta al trencament (Roberts, 2004). Si considerem que indiquen que l’edat de les gallines és un factor determinant per la qualitat de la closca ja que les de més edat acostumen a donar lloc a closques d’ou més fràgils (Soler i Bueso, 2017), l’ús d’aquest extracte podria ser una solució senzilla i efectiva en grups de gallines que es troben al final del seu cicle de posta per tal de reforçar la closca i evitar fissures o trencaments.

Tenint en compte que l’única variable que diferia d’un grup a l’altre era l’addició de Zooallium® a la dieta i veient que els ous han presentat diferències significatives podríem pensar que aquestes són degudes al fet d’haver afegit aquest extracte. Les gallines del grup experimental rebien un aport diari extra de 8,8 mg de calci i 0,0024 de colecalciferol (vit. D3) que ajuden a l’absorció d’aquest (Hernández i col, 2001). A més, en si en fixem en la composició de Zooallium® veiem que conté 8,07 d’inulina per cada 100 g d’extracte. Aquesta també ajuda a millorar l’absorció del calci (Cesari i col, 2014). Donat que la closca de l’ou està formada principalment per calci (Fernández i Arias, 2000), podríem pensar que això ha estat una de les causes de que la closca dels ous del grup experimental sigui més gruixuda.

Pel que fa al rovell, Jones i Musgrove (2005) van observar que l’emmagatzematge té un efecte negatiu sobre les proteïnes que conformen la membrana vitel·lina de l’ou, oxidant-les. Això provoca que el rovell de l’ou s’aplaní i que, per tant, l’IR sigui menor. Les diferències que s’aprecien en relació a l’IR entre els dos grups podrien ser degudes a l’efecte antioxidant que té l’all.

Pel que fa a l’efecte de l’emmagatzematge sobre la qualitat dels ous, al comparar estadísticament, dins de cada grup experimental, els resultats obtinguts en els ous mostrejats i avaluats als 28-30 dies d’inici de l’experiment (**Taula 5**) amb els obtinguts després dels 28 dies d’emmagatzematge en refrigeració (**Taula 6**), tant en els ous control com en els de les

gallines que havien consumit all s'havia produït un increment significatiu en el % de rovell i una disminució en el de clara. No obstant, a nivell de les UH i de l'Índex de rovell només s'han detectat disminucions significatives en els ous control. Així doncs, el consum d'extracte d'all sembla haver influït positivament en el manteniment de la qualitat dels ous emmagatzemats.

Tal i com indiquen Scott i Silversides (2000) alguns dels paràmetres de qualitat de l'ou com ara el pes, les UH, l'IR i l'altura de l'albumen dens es veuen afectats pel temps d'emmagatzematge. La resta de paràmetres com ara el pes de la closca o el seu gruix no s'han tingut en compte ja que com han demostrat Ahn i col., (1999) són paràmetres que no es veuen afectats per l'emmagatzematge en refrigeració.

Si ens fixem en el pes, tot i que després de l'emmagatzematge s'observa una pèrdua, aquesta no és significativa ($p > 0,05$). Samli i col. (2005) expliquen que aquesta pèrdua de pes és deguda a l'evaporació d'aigua que pateix l'ou durant aquest període. Per altra banda, les UH es veuen afectades de forma diferent en el grup control i experimental. Benton i Brake (2000) van observar que el fet d'emmagatzemar els pus provoca un increment del pH de l'albumina que es tradueix amb un deteriorament de la qualitat de la mateixa. Cal considerar que la principal variable que s'usa en el càlcul de les UH és l'altura de la clara densa que depèn, en part, del pH de la clara, ja que amb el pas del temps aquesta es va basificant i provoca canvis en la ovomucina, proteïna que dona consistència mocososa al albumen, que es tradueixen en una disminució de la seva alçada (Roberts, 2004). Tanmateix, aquesta diferència no ha estat significativa ($p > 0,05$) en el grup experimental. Això ens porta a pensar que l'addició de l'extracte d'all en la dieta de les gallines d'aquest grup podria tenir algun efecte sobre aquets paràmetre. Un efecte similar el podem observar si ens fixem en l'IR. De nou hi ha una variació significativa en el grup control però no en l'experimental. El pas del temps provoca una distensió de la membrana del rovell la qual cosa fa disminuir aquest índex tal i com indiquen Samli i col., (2005). Pel que fa als percentatges de clara i rovell s'observa que els canvis són significatius en els dos grups. Sí que és cert que la diferència en el grup control és considerablement major en el grup control que en el grup experimental. Si ens fixem en les dades veiem que en els dos grups ha passat el mateix, la pèrdua de % de clara es correspon amb el guany de % del rovell. Això es deu al fet que les membranes vitel·lines són semipermeables i permeten la difusió d'aigua a través d'elles a favor del gradient de concentració de soluts, ja que a la clara hi ha, aproximadament, un 22% de matèria seca i al rovell un 50%.

Si es considera que la data de consum preferent dels ous frescos és de vint-i-vuit dies un altre dels aspectes rellevants és observar quina incidència té l'addició d'extracte d'all a la dieta de les gallines ponedores pel que fa a com evoluciona la qualitat dels ous durant aquest període. En observar les dades referides als ous emmagatzemats en refrigeració en 28 dies es veuen unes diferències evidents entre els del grup control i els del grup experimental. El valor de les UH dels ous del grup control se situen en 62,325, és a dir, per sota el llindar corresponent a la categoria A, segons la valoració feta per la USDA-Agricultural Marketing Service guidelines (USDA, 2000).

3.2. Tasts

En la **Taula 7**, **Taula 8** i **Taula 9** es troben recollits els resultats dels tres tasts que es van fer amb els ous corresponents als tres moments del temps d'anàlisi d'ous de l'estudi. Tal com es pot observar, l'avaluació feta pels tastadors va ser similar en els dos tipus d'ous remenats.

Taula 7. Resultats del tast dels ous del dia 16 al 19 des de l'inici de l'experiment

Paràmetres	Ous del Grup Control	Ous del Grup Experimental	p valor
Textura	3,778 ± 1,166	3,944 ± 1,056	0,656
Color	4,389 ± 0,850	4,444 ± 0,856	0,846
Olor	2,056 ± 1,514	1,833 ± 1,200	0,629
Gust	1,833 ± 1,249	2,389 ± 1,461	0,228

Taula 8. Resultats del tast dels ous del dia 28 al 30 des de l'inici de l'experiment

Paràmetres	Ous del Grup Control	Ous del Grup Experimental	p valor
Textura	4,273 ± 0,827	4,182 ± 0,795	0,712
Color	4,136 ± 0,834	4,227 ± 0,922	0,733
Olor	1,636 ± 1,136	1,864 ± 1,356	0,55
Gust	1,682 ± 1,086	2,136 ± 1,521	0,26

Taula 9. Resultats del tast dels ous del dia 31 al 33des de l'inici de l'experiment després d'emmagatzemar-los durant 28 dies en refrigeració

Paràmetres	Ous del Grup Control	Ous del Grup Experimental	p valor
Textura	3,833 ± 0,835	4,000 ± 0,603	0,581
Color	4,500 ± 0,798	4,417 ± 0,900	0,813
Olor	2,083 ± 1,505	1,833 ± 1,403	0,678
Gust	2,000 ± 1,537	2,167 ± 1,337	0,78

En els resultats dels tast no s'han obtingut diferències significatives en els paràmetres estudiats (textura, color, olor, gust) entre els dos tipus d'ous. En línies generals els tastadors van comentar que no notaven ni gust ni olor d'all en els ous. Si bé, sovint consideraven que els ous de les gallines del grup experimental eren més gustosos. Aquestes observacions coincideixen amb les que fa Damaziak i col. (2017) en el seu estudi on va constatar que els consumidors no detectaven ni aroma ni gust d'all, sinó que van considerar que aquests eren els típics dels ous. Si bé, sovint consideraven que els ous de les gallines del grup experimental eren més gustosos. A més, igual que en el nostre estudi, tampoc van observar diferències en el color del rovell ni en la textura dels ous.

Així doncs, es pot afirmar que l'ús de l'extracte d'all en l'alimentació de les gallines no té cap mena d'efecte sobre les característiques organolèptiques dels ous. Aquest fet ens porta a pensar que no hi hauria rebut per part dels consumidors ja que l'extracte d'all no deixa cap mena de rastre en els ous.

4. CONCLUSIONS

Després d'haver analitzat la qualitat dels ous del grup control i del grup de gallines que han consumit extracte d'all i valorat les característiques organolèptiques, mitjançant tasts, dels dos tipus ous, podem afirmar que el consum d'extracte d'all per part de les gallines produeix millores significatives a nivell de la qualitat interna i de la closca dels ous sense afectar les seves característiques organolèptiques . A més, aquesta millora de qualitat interna també és notable quan deixem els ous vint-i-vuit dies en refrigeració, ja que els ous de les gallines que han estat alimentades amb extracte d'all arriben a aquesta data amb un índex de rovell i Unitats Haugh similars als obtinguts en els ous recent posats i més elevats que els ous control. A més, la closca dels ous de les gallines que han consumit extracte d'all presenten més gruix i, per tant, més resistència a esquarterar-se. L'ús d'aquest extracte podria ser una solució senzilla i efectiva en grups de gallines que es troben al final del seu cicle de posta per tal de reforçar la closca i evitar fissures o trencaments.

Més enllà de les conclusions exposades en el paràgraf anterior, no es pot perdre de vista l'efecte antibiòtic de l'all i el fet que la seva addició no produeix una disminució en el consum de pinso per part de les gallines i en el seu pes. Així doncs, considero que seria una bona opció utilitzar-lo en la producció ecològica d'ous.

Per tot això concloc que l'addició d'extracte d'all en l'alimentació de gallines ponedores aporta una sèrie de beneficis, tant per l'animal com per la qualitat i les característiques de l'ou, que fan recomanables el seu ús en l'alimentació d'aquestes aus.

5. BIBLIOGRAFIA

- Ahn, D.U., Kim, S.K., Shu, H. 1997. Effect of egg size and strain and age of hen on the solids content of chicken eggs. *Poultry Science* 76: 914–919.
- Ankri, S., Mirelman, D. 1999. Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes and Infection* 1(2): 125-129.
- Arandilla, E., Argüello, H., López, R., Coscojuela, P., Carvajal, A., Rubio, P. 2011. Evaluation of the activity of two garlic compounds (pts and ptso) and its commercial preparation against *Salmonella* enteric in laying hens. XV Congress European Society Veterinary and Comparative Nutrition. Zaragoza.
- Azeke, M.A., Ekpo, K.E. 2008. Egg yolk cholesterol lowering effects of garlic and tea. *International Journal of Biological Sciences* 8: 456-460.
- Azeke, M.A., Ekpo, K.E. 2009. Egg yolk cholesterol lowering effects of garlic and tea. *Journal of Medicinal Plants Research* 3(12): 1113-1117.
- Barton, M.D. 2000. Antibiotic use in animal feed and its impact on human health. *Nutrition Research*. 13: 279–299.
- Benton, C.E.Jr., Brake, J. 2000. Effects of atmospheric ammonia on albumen height and pH of fresh broiler eggs. *Poultry Science* 79: 1562-1565.
- Cesari, M. G. 2014. Egg quality and productive performance of laying hens fed different levels of skimmed milk powder added to a diet containing *Lactobacillus acidophilus*. *Poultry Science*, 1197-1201.
- Chowdhury, S.R., Chowdhury, S. D., Smith S.D. 2002. Effects of Dietary Garlic on Cholesterol Metabolism in Laying Hens. *Poultry Science* 81: 1856–1862.
- Fernández, M. S., Arias , J.L. 2000. La cáscara del huevo: Un modelo de biomineralización. *Monografías de Medicina Veterinaria*, Vol.20(2).
- Hatice, K., Muhlis, M. 2012. Effect of Inclusion of Garlic (*Allium sativum*) Powder at Different Levels and Copper into Diets of Hens on Performance, Egg Quality Traits and Yolk Cholesterol Content. *International Journal of Poultry Science*. 11 (2): 114-119.
- Hernández, M.G., López, R.M., González, E.A., Ramírez, E.S. 2001. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jones, D. R., Musgrove, M. T. 2005. Effects of Extended Storage on Egg Quality Factors. *Poultry Science* 84 : 1774–1777.

- Kim, D.K., Lillehoj, H.S., Lee, S.H., Lillehoj, E.P., Bravo, D. 2012. Improved resistance to *Eimeria acervulina* infection in chickens due to dietary supplementation with garlic metabolites. *British Journal of Nutrition* 109(1): 76-88.
- Koch, H.P., Lawson, L.D. 1996. Garlic: the science and therapeutic application of *Allium Sativum* L. and related species. Williams and Wilkins (eds), ISBN: 0683181475.
- Kumar, M., Berwal, J.S. 1998. Sensitivity of food pathogens to garlic (*Allium sativum*). *Journal of Applied Microbiology* 84: 213–215.
- Olobatoke, R.Y., Mulugeta, S.D. 2011. Effect of dietary garlic powder on layer performance, fecal bacterial load, and egg quality. *Poultry Science* 90: 665–670.
- Padilla, A., Bentancourt, L., Téllez, A.G., Nieto, A.C. 2009. Efecto de la suplementación de aceites esenciales de orégano sobre la digestibilidad y parámetros productivos en pollos de engorde. *Ciencia Animal* 2: 57-65.
- Peinado, M.J., Ruiz, R., Echávarri, A., Rubio, L.A. 2012. Garlic derivative PTS-O is effective against broiler pathogens in vivo. *Poultry Science* 91: 2148–2157.
- Roberts, J. 2004. Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality in Laying Hens. *Journal of Poultry Science* . 41 : 161-177.
- Roderick, S., Hovi, M., Short, N. 1999. Animal health and welfare in organic livestock systems: Identification of constraints and priorities. First sren workshop on research methodologies in organic farming proceedings. R. Zanolli and R. Krell (eds). Ed. FAO. Roma
- Samli, H., Agma Okur, A., Senkoylu, N. 2005. Effects of Storage Time and Temperature on Egg Quality in Old Laying Hens. *The Journal of Applied Poultry Reserch* 14 (3): 548-553.
- Scott, T. A., Silversides, F.G. 2000. The Effect of Storage and Strain of Hen on Egg Quality. *Poultry Science* 79: 1725–1729.
- Singh, K.V., Shukla, N.P. 1984. Activity on multiple resistant bacteria of garlic (*Allium sativum*) extract. *Fitoterapia* 55: 313–315.
- Soler, R., Bueso, J. 2017. Análisis de las alteraciones de la cáscara del huevo de gallina. Nereis. *Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación* 10: 137-147.
- Tsai, Y., Cole, L.L., Davis, L.E., Lockwood, S.J., Simmons, V., Wild, G.C. 1985. Antiviral properties of garlic: in vitro effects on influenza B, herpes simplex and coxsackie viruses, *Planta Medica* 5: 460–461.

- USDA. 2000. United States standards, grades, and weight classes for shell eggs. AMS 56.210. AMS, USDA, Washington, DC.
- Yalcin, S., Onbasilar, E.E., Reisli, Z., Yalcin, S. 2006. Effect of garlic powder on the performance, egg traits and blood parameters of laying hens. *Science of Food and Agriculture* 86 (9): 1336 – 1339.
- Yamada, Y., Azuma, K. 1997. Evaluation of the in vitro antifungal activity of allicin. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 11: 743–749.
- Youn, B.S., Nam, K.T., Kim, C.W., Kang, C.W., Ohtani, S., Tanaka, K. 1996. Effects of dietary garlic supplementation on performance and HMG-CoA reductase in broiler chicks. *Korean Journal of Poultry Science* 23: 129-134.